

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002097996 A**

(43) Date of publication of application: **05.04.02**

(51) Int. Cl.

**F02D 45/00**  
**F02P 17/12**

(21) Application number: **2000287869**

(22) Date of filing: **22.09.00**

(71) Applicant: **HONDA MOTOR CO LTD**

(72) Inventor: **FUJIWARA MIKIO**  
**ASAKI YASUAKI**

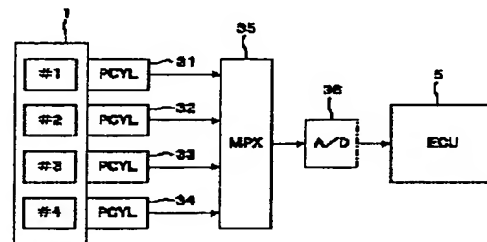
**(54) COMBUSTION STATE DETECTING DEVICE OF  
INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a combustion state detecting device capable of obtaining the combustion state parameter properly indicating the combustion state of an engine from fewer detection values of the pressure inside the combustion chamber.

**SOLUTION:** A first pressure P1 inside the combustion chamber, for example, at 60 degrees before the top dead center in the compression process of the engine, and a second pressure P2 inside the combustion chamber, for example, at 60 degrees after the top dead center in the expansion process are detected, and the pressure ratio  $P3/P2$  is calculated. The combustion state parameter PRX is defined as  $P3/P2-1$ , and the combustion state of the engine is detected based on the parameter.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-97996

(P2002-97996A)

(43) 公開日 平成14年4月5日(2002.4.5)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マコ-ト\*(参考)

F 0 2 D 45/00

3 6 8

F 0 2 D 45/00

3 6 8 S 3 G 0 1 9

3 6 8 Z 3 G 0 8 4

F 0 2 P 17/12

F 0 2 P 17/00

F

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-287869(P2000-287869)

(22) 出願日 平成12年9月22日(2000.9.22)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 藤原 幹夫

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

(72) 発明者 浅木 泰昭

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

(74) 代理人 100105119

弁理士 新井 孝治

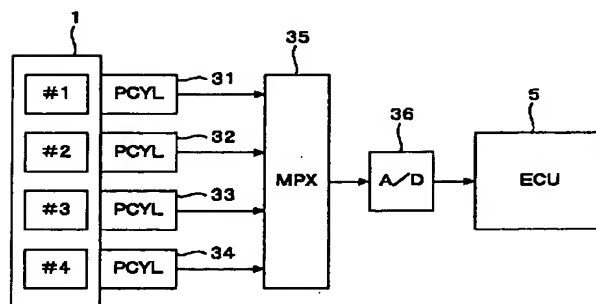
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃焼状態検出装置

(57) 【要約】

【課題】 より少ない燃焼室内圧力検出値から、機関の燃焼状態を的確に示す燃焼状態パラメータを得ることができる燃焼状態検出装置を提供する。

【解決手段】 機関の圧縮行程の例えば上死点前60度における第1の燃焼室内圧力P2と、膨張行程中における例えば上死点后60度における第2の燃焼室内圧力P3とを検出し、その圧力比P3/P2を算出する。燃焼状態パラメータPRX=P3/P2-1で定義し、これにより機関の燃焼状態を検出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の燃焼室内の圧力を検出する圧力検出手段と、前記機関のクランク軸回転角度を検出する角度検出手段とを有する内燃機関の燃焼状態検出装置において、

前記機関の圧縮行程中における第1の燃焼室内圧力と、膨張行程中における第2の燃焼室内圧力との圧力比を算出する圧力比算出手段と、

該圧力比により前記機関の燃焼状態を検出する燃焼状態検出手段とを有することを特徴とする内燃機関の燃焼状態検出装置。

【請求項2】 前記燃焼状態検出手段は、前記圧力比を用いて燃焼により発生する熱量を算出する熱量算出手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の燃焼状態検出装置。

【請求項3】 前記燃焼状態検出手段は、前記圧力比と所定の圧力比とを比較することにより、前記機関の失火を検出する失火検出手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の燃焼状態検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の燃焼状態検出装置に関し、特に内燃機関の燃焼室内の圧力を検出する筒内圧センサを用いて燃焼状態を検出するものに関する。

## 【0002】

【従来の技術】圧力センサを用いて内燃機関の燃焼室内の圧力を検出し、その検出圧力値から内燃機関の燃焼状態を示す燃焼状態パラメータを得る手法が、特開平6-249049号公報に示されている。

【0003】この公報に示された手法によれば、内燃機関の圧縮行程中の上死点前120度のクランク角度位置における燃焼室内圧P(120B)と、同じく圧縮行程中の上死点前60度のクランク角度位置における燃焼室内圧P(60B)と、膨張行程中の上死点後60度のクランク角度位置における燃焼室内圧P(60A)とを検出し、下記式により燃焼状態パラメータCioが算出される。

$$Cio = (P(60A) - P(60B)) / (P(60B) - P(120B))$$

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】筒内圧センサを用いて検出される燃焼室内圧力のサンプリングは、機関の圧縮行程及び膨張行程中においてできるだけ多くのクランク角度位置で行うことにより、燃焼状態をより詳細に検出することができるが、データ量が多すぎると、必要とするメモリ容量が増加したり、圧力検出後の演算量が増加したりするという問題がある。

【0005】上記特開平6-249049号公報に示された手法では、3つの検出圧力値から燃焼状態パラメー

タが得られるが、より少ない検出圧力値により、機関の燃焼状態を的確に示す燃焼状態パラメータを得られることが望ましい。本発明はこの点に着目してなされたものであり、より少ない燃焼室内圧力検出値から、機関の燃焼状態を的確に示す燃焼状態パラメータを得ることができる燃焼状態検出装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため請求項1に記載の発明は、内燃機関の燃焼室内の圧力を検出する圧力検出手段と、前記機関のクランク軸回転角度を検出する角度検出手段とを有する内燃機関の燃焼状態検出装置において、前記機関の圧縮行程中における第1の燃焼室内圧力と、膨張行程中における第2の燃焼室内圧力との圧力比を算出する圧力比算出手段と、該圧力比により前記機関の燃焼状態を検出する燃焼状態検出手段とを有することを特徴とする。

【0007】この構成によれば、機関の圧縮行程中における第1の燃焼室内圧力と、膨張行程中における第2の燃焼室内圧力との圧力比が算出され、該圧力比により機関の燃焼状態が検出されるので、従来に比べて少ない検出圧力値に基づいて燃焼状態を示す燃焼状態パラメータを得ることができる。第1の燃焼室内圧力に対する第2の燃焼室内圧力の比（第2の燃焼室内圧力／第1の燃焼室内圧力）から「1」を減算することにより得られるパラメータ（圧力比-1）は、燃焼による単位重量当たりの発熱量にほぼ比例するパラメータであり、燃焼状態を的確に示すパラメータとして使用することができる。

【0008】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関の燃焼状態検出装置において、前記燃焼状態検出手段は、前記圧力比を用いて前記燃焼により発生する熱量を算出する熱量算出手段を備えることを特徴とする。この構成によれば、前記圧力比を用いて燃焼により発生する熱量が算出されるので、機関の燃焼状態をきめ細かく把握することができる。

【0009】請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関の燃焼状態検出装置において、前記燃焼状態検出手段は、前記圧力比と所定の圧力比とを比較することにより、前記機関の失火を検出する失火検出手段を備えることを特徴とする。この構成によれば、前記圧力比と所定の圧力比とを比較することにより、機関の失火が検出される。この検出は、燃焼による発生熱量に基づくものであるため、運転状態の変化や環境条件の変化の影響を受けにくく、正確な失火検出を行うことができる。

【0010】前記燃焼状態検出手段は、第1の燃焼室内圧力に対する第2の燃焼室内圧力の比（第2の燃焼室内圧力／第1の燃焼室内圧力）から「1」を減算することにより得られるパラメータを、燃焼状態を示すパラメータとして使用することが望ましい。

## 【0011】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面を

参照して説明する。図1は本発明の一実施形態にかかる内燃機関（以下単に「エンジン」という）及びその制御装置の構成を示す図である。例えば4気筒のエンジン1の吸気管2の途中にはスロットル弁3が配されている。スロットル弁3にはスロットル弁開度（THA）センサ4が連結されており、当該スロットル弁3の開度に応じた電気信号を出力してエンジン制御用電子コントロールユニット（以下「ECU」という）5に供給する。

【0012】燃料噴射弁6はエンジン1とスロットル弁3との間かつ吸気管2の図示しない吸気弁の少し上流側に各気筒毎に設けられており、各噴射弁は図示しない燃料ポンプに接続されていると共にECU5に電気的に接続されて当該ECU5からの信号により燃料噴射弁6の開弁時間が制御される。

【0013】一方、スロットル弁3の直ぐ下流には吸気管内の圧力を検出する吸気管内絶対圧（PBA）センサ7が設けられており、この絶対圧センサ7により電気信号に変換された絶対圧信号は前記ECU5に供給される。また、その下流には吸気温（TA）センサ8が取り付けられており、吸気温TAを検出して対応する電気信号を出力してECU5に供給する。

【0014】エンジン1の本体に装着されたエンジン水温（TW）センサ9はサーミスタ等から成り、エンジン水温（冷却水温）TWを検出して対応する温度信号を出力してECU5に供給する。ECU5には、エンジン1のクランク軸（図示せず）の回転角度を検出する角度検出手段としてのクランク角度位置センサ10が接続されており、クランク軸の回転角度に応じた信号がECU5に供給される。クランク角度位置センサ10は、エンジン1の特定の気筒の所定クランク角度位置で信号パルス（以下「CYL信号パルス」という）を出力する気筒判別センサ、各気筒の吸入行程開始時の上死点（TDC）より所定クランク角度前のクランク角度位置で（4気筒エンジンではクランク角180度毎に）TDC信号パルスを出力するTDCセンサ及びTDC信号パルスより短い一定クランク角周期（例えば30度周期）で1パルス（以下「CRK信号パルス」という）を発生するCRKセンサから成り、CYL信号パルス、TDC信号パルス及びCRK信号パルスがECU5に供給される。これらの信号パルスは、エンジン1の燃焼室内圧力（以下「筒内圧」という）のサンプリングタイミング、燃料噴射時期、点火時期等の各種タイミング制御及びエンジン回転数（エンジン回転速度）NEの検出に使用される。

【0015】排気管12には、排気中のNO<sub>x</sub>、HC、COの浄化を行う三元触媒16が設けられ、三元触媒16の上流位置には、空燃比センサとしての酸素濃度センサ14が装着されている。このO<sub>2</sub>センサ14は排気中の酸素濃度（空燃比）に応じた電気信号を出力し、ECU5に供給する。

【0016】吸気管2のスロットル弁3の下流側と、排

気管12の三元触媒16の上流側との間には、排気還流通路21が設けられており、排気還流通路21の途中には排気還流量を制御する排気還流弁（以下「EGR弁」という）22が設けられている。EGR弁22は、ソレノイドを有する電磁弁であり、その弁開度はECU5により制御される。EGR弁22には、その弁開度（弁リフト量）LACTを検出するリフトセンサ23が設けられており、その検出信号はECU5に供給される。排気還流通路21及びEGR弁22より、排気還流機構が構成される。

【0017】ECU5は、各種センサからの入力信号波形を整形し、電圧レベルを所定レベルに修正し、アナログ信号値をデジタル信号値に変換する等の機能を有する入力回路、中央演算処理ユニット（以下「CPU」という）、CPUで実行される各種演算プログラム及び演算結果等を記憶するメモリ、燃料噴射弁6などに駆動信号を供給する出力回路等から構成される。

【0018】ECU5は、各種エンジンパラメータ信号に基づいてエンジン運転状態を判別し、エンジン回転数NE及び吸気管内絶対圧PBAに応じて設定されるEGR弁22の弁開度指令値LCMDと、リフトセンサ23によって検出される実弁開度LACTとの偏差を零にするようにEGR弁22のソレノイドに制御信号を供給する。またECU5は、エンジン運転状態に応じて燃料噴射弁6の開弁時間としての燃料噴射時間TOUTを算出し、エンジン運転状態に応じた最適の空燃比となるように燃料供給量制御を行う。

【0019】図2に示すようにエンジン1の各気筒（#1～#4気筒）にはそれぞれ燃焼室内の圧力を検出する圧力検出手段としての筒内圧センサ31～34が設けられており、これらのセンサの出力信号は、それぞれ図示しないチャージアンプを経てマルチプレクサ35を介してA/D変換部36に供給される。マルチプレクサ35は、筒内圧センサ31～34の出力信号を、クランク角180度毎に切り換えて、各気筒の圧縮行程及び膨張行程における筒内圧を示す信号を、A/D変換部36に供給する。A/D変換部36は、入力信号を所定のタイミングでサンプリングし、そのサンプル値をデジタル信号に変換してECU5に供給する。

【0020】図3は、筒内圧PCYLの推移を示す図であり、実線L1が通常燃焼時の特性を示し、破線L2が失火時の特性を示す。本実施形態では、上死点前60度のクランク角度位置及び上死点后60度のクランク角度位置にて、筒内圧PCYLをサンプリングし、それぞれの検出圧をP2、P3とする。そして、検出圧P3の検出圧P2に対する圧力比PR = P3/P2から「1」を減算して得られるパラメータを、エンジン1の燃焼状態を示す燃焼状態パラメータPRX (= PR - 1) として採用する。

【0021】以下にその理由を説明する。エンジン1の

燃焼による発熱量 $Q$ は、下記式(1)で与えられる。

$$Q = \eta_h \times B \times H_u \\ = \eta_h \times H_u \times G / (1 + \lambda \cdot G a t h) \quad (1)$$

ここで、 $\eta_h$ は燃焼効率、 $B$ は供給燃料量、 $H_u$ は燃料の低発熱量、 $G$ は動作ガス重量、 $\lambda$ は空気過剰率、 $G a t h$ は理論空気重量である。

【0022】また定容比熱を $C_v$ 、理想サイクルにおける上死点の燃焼前後の圧力、温度をそれぞれ $P_2'$ 、 $P_3'$ 、 $T_2'$ 、 $T_3'$ とすると、発熱量 $Q$ は、下記式(2)で与えられる。

式(2)は、以下のように変形できる。

$$Q = G \times C_v \times (T_3' - T_2') \quad (2)$$

$$Q = G \times C_v \times T_2' \times (T_3' / T_2' - 1) \\ = G \times C_v \times T_2' \times (P_3' / P_2' - 1) \\ = P_2' \times V_2' \times (P_3' / P_2' - 1) / (\kappa - 1) \quad (3)$$

ここで $V_2'$ は、上死点における燃焼室容積、 $\kappa$ は混合気の比熱比である。比熱比 $\kappa$ は、定圧比熱 $C_p$ /定容比熱 $C_v$ で定義され、実際のエンジンでは、 $\kappa = 1.3$ で\*

※ほぼ一定となることが実験的に確認されている。

【0023】式(1)及び(3)より、単位重量当たりの発熱量 $q$ は、下記式(4)で与えられる。

$$q = \eta_h \times H_u / (1 + \lambda \times G a t h) \\ = (P_2' / G) \times V_2' \times (P_3' / P_2' - 1) / (\kappa - 1) \\ = R \times T_2' \times (P_3' / P_2' - 1) / (\kappa - 1) \\ = R \times T_1 \times \varepsilon^{(\kappa - 1)} \times (P_3' / P_2' - 1) / (\kappa - 1)$$

ここで、 $P_3' / P_2'$ は $P_3 / P_2$ に略等しいので、

$$q \approx R \times T_1 \times \varepsilon^{(\kappa - 1)} \times (P_3 / P_2 - 1) / (\kappa - 1) \quad (4)$$

ここで、 $R$ はガス定数、 $\varepsilon$ は圧縮比、 $T_1$ は圧縮行程開始時の筒内温度であり、また $(P_3 / P_2 - 1)$ は、燃焼状態パラメータ $P R X$ である。このように、燃焼状態パラメータ $P R X$ は、単位重量当たりの発熱量 $q$ に応じた(温度 $T_1$ が一定であれば、発熱量 $q$ に比例する)指標であり、燃焼状態を的確に示すパラメータであることがわかる。

【0024】以上のように本実施形態では、圧縮行程における上死点前60度の筒内圧 $P_2$ と、膨張行程における上死点後60度の筒内圧 $P_3$ との圧力比 $P R (= P_3 / P_2)$ を用いて得られる燃焼状態パラメータ $P R X (= P R - 1)$ により、エンジン1の燃焼状態を検出するようにしたので、少ない検出圧力値で燃焼状態を的確に把握することができる。

【0025】また圧縮行程開始筒内温度 $T_1$ は、吸気温度 $T_A$ を、エンジン回転数 $N E$ 、排気還流量( $E G R$ 量)及びエンジン水温 $T W$ に応じて補正することにより、求めることができる。より具体的には、1)エンジン回転数 $N E$ に応じて図4(a)に示す $K N E$ テーブルを検索し、補正係数 $K N E$ を算出し、2)  $E G R$ 量( $E G R$ 弁22のリフト量)に応じて同図(b)に示す $K E G R$ テーブルを検索し、補正係数 $K E G R$ を算出し、3)エンジン水温 $T W$ に応じて同図(c)に示す $K T W$ テーブルを検索して補正係数 $K T W$ を算出し、これらの補正係数を下記式(5)に適用して、圧縮行程開始筒内温度 $T_1$ を算出する。

$$T_1 = T_A \times K N E \times K E G R \times K T W \quad (5)$$

このようにして算出した温度 $T_1$ 及び筒内圧検出値 $P_2$ 、 $P_3$ を前記式(4)に適用して、エンジン1の燃焼による発熱量 $q$ を算出することができる。

【0026】図5は、エンジン回転数 $N E$ を変化させたときの、燃焼状態パラメータ $P R X$ の実測値の平均値を示す。同図の一点鎖線 $L_3$ は、正常燃焼時の特性を示し、破線 $L_4$ は、失火時の特性を示す。この図から明らかなように、閾値 $P R X T H$ を例えば1の近傍に設定すれば、エンジン回転数の全範囲で、 $P R X < P R X T H$ であるとき失火発生と判定することができる。すなわち、燃焼状態パラメータ $P R X$ を使用することにより、エンジン回転数 $N E$ の広い範囲に亘って正確な失火判定を行うことができる。

【0027】本実施形態では、 $E C U 5$ が圧力比算出手段、燃焼状態検出手段、熱量算出手段及び失火検出手段を構成する。また、圧縮行程における筒内圧 $P_2$ が第1の燃焼室内圧力に対応し、膨張行程における筒内圧 $P_3$ が第2の燃焼室内圧力に対応する。

【0028】なお本発明は上述した実施形態に限るものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上述した実施形態では、圧力比 $P R = P_3 / P_2$ から「1」を減算して得られる燃焼状態パラメータ $P R X$ を用いたが、圧力比 $P R$ そのものを、燃焼状態パラメータとして使用してもよい。その場合の失火判定用所定圧力比は、例えば「2」とすればよい。

【0029】また筒内圧のサンプリングは、上死点を中心となる2つタイミング、すなわち圧縮行程中の上死点前 $S A$ 度と、膨張行程中の上死点後 $S A$ 度( $0 < S A < 90$ 度)のタイミングで実行することが望ましいが、他のタイミングでサンプリングした検出圧を用いることも可能である。すなわち、例えば上死点前 $S B$ 度のタイミングでサンプリングした圧力値を $P_2 B$ とすると、下記式(6)により、圧力値 $P_2 B$ を、上死点前 $S A$ 度の圧

力値P2に換算することができる。

$$P2 = P2B \times (V2B/V2)^n \quad (6)$$

【0030】ただし、V2は上死点前SA度における燃焼室容積、V2Bは上死点前SB度における燃焼室容積、nはポリトロプ指数(1.3~1.4程度である)。なお、式(6)による換算が可能であるのは、サンプルタイミング(SB度)がポリトロプ変化の範囲内、すなわち $P \times V^n$ がほぼ一定となる範囲内にあることが必要である。

【0031】また上述した実施形態では、圧縮行程開始筒内温度T1は式(5)により求めたが、さらにエンジン負荷(吸気管内絶対圧PBA)に応じた補正係数を算出し、これを上記補正係数KNE、KEGR及びKTWとともに、吸気温度TAに乗算することにより求めるようにしてもよい。

【0032】

【発明の効果】以上詳述したように請求項1に記載の発明によれば、機関の圧縮行程中における第1の燃焼室内圧力と、膨張行程中における第2の燃焼室内圧力との比が算出され、該圧力比により機関の燃焼状態が検出される。前記圧力比は燃焼により発生する熱量を示す指標であるので、従来に比べて少ない検出圧力値に基づいて燃焼状態を示す燃焼状態パラメータを得ることができる。

【0033】請求項2に記載の発明によれば、前記圧力\*

\*比を用いて燃焼により発生する熱量が算出されるので、機関の燃焼状態をきめ細かく把握することができる。請求項3に記載の発明によれば、前記圧力比と所定の圧力比とを比較することにより、機関の失火が検出される。この検出は、燃焼による発生熱量に基づくものであるため、運転状態の変化や環境条件の変化の影響を受けにくく、正確な失火検出を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる内燃機関及びその制御装置の構成を示す図である。

【図2】筒内圧センサ及びその出力信号処理回路の配置を示すブロック図である。

【図3】クランク軸の回転角度に対する筒内圧の変化特性を示す図である。

【図4】圧縮行程開始時の筒内温度(T1)の算出に使用するテーブルを示す図である。

【図5】燃焼状態パラメータ(PRX)のエンジン回転数に対する変化特性を示す図である。

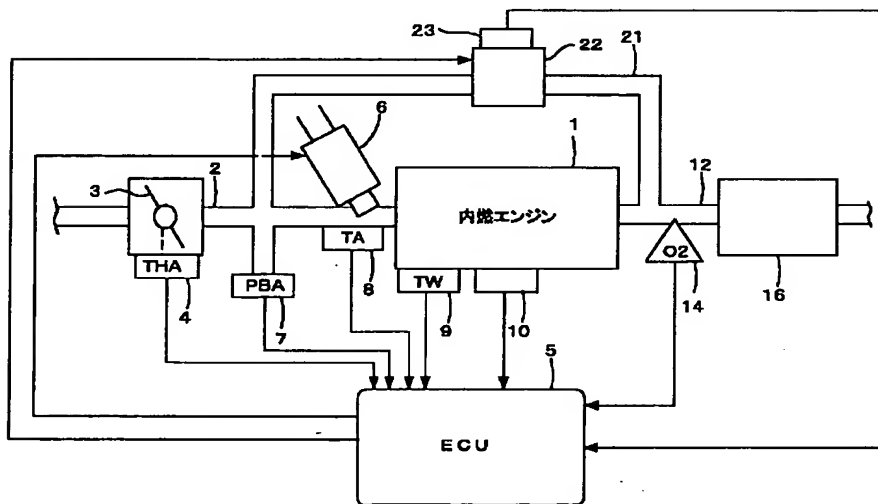
【符号の説明】

1 内燃機関

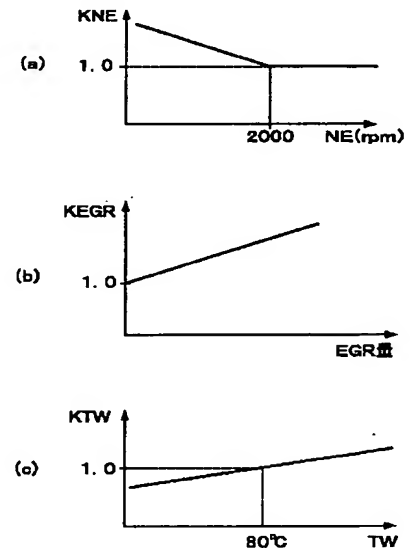
5 電子コントロールユニット(圧力比算出手段、熱量算出手段、失火検出手段)

31, 32, 33, 34 筒内圧センサ(圧力検出手段)

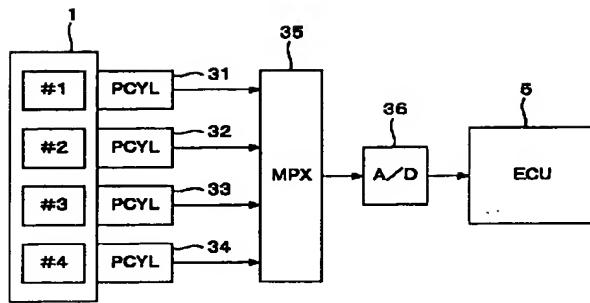
【図1】



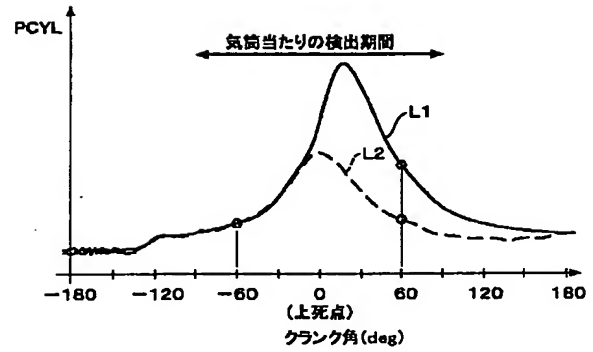
【図4】



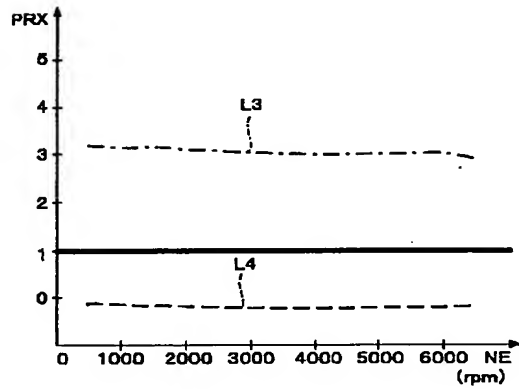
【図2】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G019 CD09 DC06 GA16  
 3G084 BA15 BA17 BA20 BA23 DA13  
 FA00 FA01 FA10 FA11 FA20  
 FA21 FA24 FA29 FA33 FA38

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-097996

(43)Date of publication of application : 05.04.2002

(51)Int.Cl.

F02D 45/00

F02P 17/12

(21)Application number : 2000-287869

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 22.09.2000

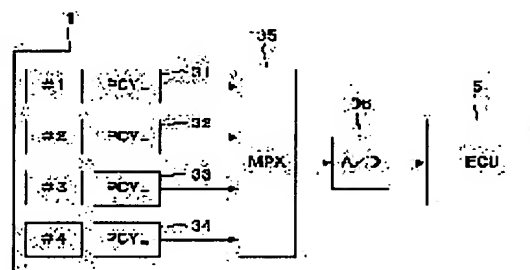
(72)Inventor : FUJIWARA MIKIO  
ASAKI YASUAKI

## (54) COMBUSTION STATE DETECTING DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a combustion state detecting device capable of obtaining the combustion state parameter properly indicating the combustion state of an engine from fewer detection values of the pressure inside the combustion chamber.

**SOLUTION:** A first pressure P1 inside the combustion chamber, for example, at 60 degrees before the top dead center in the compression process of the engine, and a second pressure P2 inside the combustion chamber, for example, at 60 degrees after the top dead center in the expansion process are detected, and the pressure ratio P3/P2 is calculated. The combustion state parameter PRX is defined as  $P3/P2 - 1$ , and the combustion state of the engine is detected based on the parameter.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 06.12.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the combustion condition detection equipment of the internal combustion engine which has a pressure detection means to detect the pressure of an internal combustion engine's combustion chamber, and an include-angle detection means to detect said engine's crankshaft angle of rotation Combustion condition detection equipment of the internal combustion engine characterized by having a pressure ratio calculation means to compute the pressure ratio of the 1st combustion chamber internal pressure in said engine's compression stroke, and the 2nd [ line / expansion / inner ] combustion chamber internal pressure, and a combustion condition detection means by which this pressure ratio detects said engine's combustion condition.

[Claim 2] Said combustion condition detection means is combustion condition detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by having a heating-value calculation means to compute the heating value generated by combustion using said pressure ratio.

[Claim 3] Said combustion condition detection means is combustion condition detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by having a flame-failure detection means to detect said engine's flame failure by comparing said pressure ratio with a predetermined pressure ratio.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to what detects a combustion condition using the cylinder internal pressure sensor which detects the pressure of an internal combustion engine's combustion chamber about an internal combustion engine's combustion condition detection equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] The pressure of an internal combustion engine's combustion chamber is detected using a pressure sensor, and the technique of obtaining the combustion state parameter which shows an internal combustion engine's combustion condition from the detection pressure force value is shown in JP,6-249049,A.

[0003] The combustion chamber internal pressure [ according to the technique shown in this official report / in / whenever / crank angle / of 120 degrees / before the top dead center in an internal combustion engine's compression stroke / a location ] P (120B) Similarly, in front of the top dead center in a compression stroke, the combustion chamber internal pressure P (60B) and the expansion line in a location detect the combustion chamber internal pressure P in a location (60A) whenever [ crank angle / of 60 degrees ] behind an inner top dead center, and the combustion state parameter Cio is computed by the following formula whenever [ crank angle / of 60 degrees ].

$$Cio = (P(60A) - P(60B)) / (P(60B) - P(120B))$$
 [0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although a combustion condition is more detectable in a detail by performing to inside the sampling of the combustion chamber internal pressure detected using a cylinder internal pressure sensor whenever [ crank angle / as many / as possible ] like an engine's compression stroke and expansion line in a location, when there is too much amount of data, there is a problem that the memory space to need increases or the amount of operations after pressure detection increases.

[0005] Although a combustion state parameter is obtained from three detection pressure force values by the technique shown in above-mentioned JP,6-249049,A, it is desirable that the combustion state parameter which shows an engine's combustion condition exactly can be obtained with fewer detection pressure force values. This invention is made paying attention to this point, and it aims at offering the combustion condition detection equipment which can obtain the combustion state parameter which shows an engine's combustion condition exactly from fewer combustion chamber internal pressure detection values.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose invention according to claim 1 In the combustion condition detection equipment of the internal combustion engine which has a pressure detection means to detect the pressure of an internal combustion engine's combustion chamber, and an include-angle detection means to detect said engine's crankshaft angle of rotation It is characterized by having a pressure ratio calculation means to compute the pressure ratio of the 1st combustion chamber internal pressure in said engine's compression stroke, and the 2nd [ line / expansion / inner ] combustion chamber internal pressure, and a combustion condition detection means by which this pressure ratio detects said engine's combustion condition.

[0007] According to this configuration, since a pressure ratio with the 2nd inner combustion chamber internal pressure is computed and an engine's combustion condition is detected by this pressure ratio, the 1st combustion chamber internal pressure in an engine's compression stroke and an expansion line can obtain the combustion state parameter which shows a combustion condition based on few detection pressure force values compared with the former. The parameter (pressure ratio -1) obtained by subtracting "1" from the ratio (2nd combustion chamber internal pressure / 1st combustion chamber internal pressure) of the 2nd [ to

the 1st combustion chamber internal pressure ] combustion chamber internal pressure is a parameter mostly proportional to the calorific value per unit weight by combustion, and can be used as a parameter which shows a combustion condition exactly.

[0008] Invention according to claim 2 is characterized by equipping said combustion condition detection means with a heating-value calculation means to compute the heating value generated by said combustion using said pressure ratio in the combustion condition detection equipment of an internal combustion engine according to claim 1. Since the heating value generated by combustion using said pressure ratio is computed according to this configuration, an engine's combustion condition can be grasped finely.

[0009] Invention according to claim 3 is characterized by \*\* and said combustion condition detection means equipping the combustion condition detection equipment of an internal combustion engine according to claim 1 with a flame-failure detection means to detect said engine's flame failure by comparing said pressure ratio with a predetermined pressure ratio. According to this configuration, an engine's flame failure is detected by comparing said pressure ratio with a predetermined pressure ratio. Since this detection is a thing based on the generating heating value by combustion, it cannot be easily influenced of change of operational status, or change of an environmental condition, and can perform exact flame-failure detection.

[0010] As for said combustion condition detection means, it is desirable to use the parameter obtained from that of subtracting "1" from the ratio (2nd combustion chamber internal pressure / 1st combustion chamber internal pressure) of the 2nd [ to the 1st combustion chamber internal pressure ] combustion chamber internal pressure as a parameter which shows a combustion condition.

[0011]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing below. Drawing 1 is drawing showing the configuration of the internal combustion engine (only henceforth an "engine") concerning 1 operation gestalt of this invention, and its control unit. For example, the throttle valve 3 is allotted in the middle of the inlet pipe 2 of the engine 1 of a 4-cylinder. The sensor 4 is connected with the throttle valve 3 whenever [ throttle valve-opening ] (THA), the electrical signal according to the opening of the throttle valve 3 concerned is outputted, and the electronic control unit 5 for engine control (henceforth "ECU") is supplied.

[0012] A few is prepared in the upstream for every gas column, while each injection valve is connected to the fuel pump of the inlet valve to which between an engine 1 and throttle valves 3 and an inlet pipe 2 do not illustrate a fuel injection valve 6 which is not illustrated, it connects with ECU5 electrically and the valve-opening time amount of a fuel injection valve 6 is controlled by the signal from ECU5 concerned.

[0013] On the other hand, immediately, the absolute-pressure (PBA) sensor 7 of inhalation of air of a throttle valve 3 which detects the pressure within inhalation of air down-stream is formed, and the absolute-pressure signal changed into the electrical signal by this absolute-pressure sensor 7 is supplied to said ECU5. Moreover, the intake-air temperature (TA) sensor 8 is attached in the lower stream of a river, the electrical signal which detects an intake-air temperature TA and corresponds is outputted, and ECU5 is supplied.

[0014] The engine water temperature (TW) sensor 9 with which the body of an engine 1 was equipped consists of a thermistor etc., outputs the temperature signal which detects the engine water temperature (cooling water temperature) TW, and corresponds, and supplies it to ECU5. The location sensor 10 is connected to ECU5 whenever [ as an include-angle detection means to detect angle of rotation of the crankshaft (not shown) of an engine 1 / crank angle ], and the signal according to angle of rotation of a crankshaft is supplied to ECU5. The gas column distinction sensor by which the location sensor 10 outputs [ whenever / crank angle ] a signal pulse (henceforth a "CYL signal pulse") whenever [ predetermined crank angle / of the specific gas column of an engine 1 ] in a location, The top dead center at the time of charging-stroke initiation of each gas column Whenever [ front crank angle ] from (TDC) in a location [ whenever / predetermined crank angle ] ((every) a 4-cylinder engine -- 180 crank angles) from the CRK sensor which generates one pulse (henceforth a "CRK signal pulse") a fixed crank angle period (for example, periods of 30 degrees) shorter than the TDC sensor and TDC signal pulse which output a TDC signal pulse -- changing -- a CYL signal pulse -- A TDC signal pulse and a CRK signal pulse are supplied to ECU5. These signal pulses are used for detection of various timing control, such as sample timing of the combustion chamber internal pressure (henceforth "cylinder internal pressure") of an engine 1, fuel injection timing, and ignition timing, and an engine speed (engine speed) NE.

[0015] The three way component catalyst 16 which purifies NOx, HC, and CO under exhaust air is formed in an exhaust pipe 12, and the upper location of a three way component catalyst 16 is equipped with the oxygen density sensor 14 as an air-fuel ratio sensor. This O2 sensor 14 outputs the electrical signal

according to the oxygen density under exhaust air (air-fuel ratio), and supplies it to ECU5.

[0016] Between the downstream of the throttle valve 3 of an inlet pipe 2, and the upstream of the three way component catalyst 16 of an exhaust pipe 12, the exhaust air reflux path 21 is formed, and while being the exhaust air reflux path 21, the exhaust air reflux valve (henceforth a "EGR valve") 22 which controls the amount of exhaust air reflux is formed. The EGR valve 22 is a solenoid valve which has a solenoid, and whenever [ valve-opening ] is controlled by ECU5. The lift sensor 23 which detects LACT whenever [ valve-opening ] (the amount of valve lifts) is formed in the EGR valve 22, and the detecting signal is supplied to ECU5. An exhaust air reflux device consists of an exhaust air reflux path 21 and an EGR valve 22.

[0017] ECU5 operates the input signal wave from various sensors orthopedically, corrects a voltage level to predetermined level, and consists of output circuits which supply a driving signal to the memory which memorizes various operation programs, the result of an operation, etc. which are performed by the input circuit which has the function of changing an analog signal value into a digital signal value, the central processing unit (henceforth "CPU"), and CPU, a fuel injection valve 6, etc.

[0018] ECU5 distinguishes an engine operation condition based on various engine parameter signals, and it supplies a control signal to the solenoid of the EGR valve 22 so that deflection with LACT may be made [ whenever / valve-opening / of the EGR valve 22 set up according to an engine speed NE and the absolute pressure PBA of inhalation of air ] into zero whenever [ real valve-opening / which is detected by the command value LCMD and the lift sensor 23 ]. Moreover, ECU5 computes the fuel injection duration TOUT as valve-opening time amount of a fuel injection valve 6 according to an engine operation condition, and it performs fuel amount-of-supply control so that it may become the optimal air-fuel ratio according to an engine operation condition.

[0019] As shown in drawing 2, the cylinder internal pressure sensors 31-34 as a pressure detection means to detect the pressure of a combustion chamber, respectively are formed in each gas column (#1 - # 4-cylinder) of an engine 1, and the output signal of these sensors is supplied to the A/D-conversion section 36 through a multiplexer 35 through the charge amp which is not illustrated, respectively. A multiplexer 35 switches the output signal of the cylinder internal pressure sensors 31-34 for every 180 crank angles, and supplies the signal which shows the cylinder internal pressure which can be set like the compression stroke and expansion line of each gas column to the A/D-conversion section 36. The A/D-conversion section 36 samples an input signal to predetermined timing, changes the sampled value into a digital signal, and supplies it to ECU5.

[0020] Drawing 3 is drawing showing transition of the cylinder internal pressure PCYL, a continuous line L1 usually shows the property at the time of combustion, and a broken line L2 shows the property at the time of a flame failure. In front of a top dead center, whenever [ crank angle / of 60 degrees ], behind a location and a top dead center, the cylinder internal pressure PCYL is sampled and each detection pressure is set [ whenever / crank angle / of 60 degrees ] to P2 and P3 with this operation gestalt in a location. And the parameter which subtracts "1" and is obtained from pressure ratio  $PR=P3/P2$  to the detection pressure P2 of detection pressure P3 is adopted as a combustion state parameter  $PRX(=PR-1)$  which shows the combustion condition of an engine 1.

[0021] The reason is explained below. The calorific value Q by combustion of an engine 1 is given by the following formula (1).

$$Q = \eta_h \times B \times H_u$$

$$= \eta_h \times H_u \times G / (1 + \lambda \cdot G_{at h}) \quad (1)$$

It is here and, for supply fuel quantity and  $H_u$ , the low calorific power of a fuel and G are [  $\eta_h$  / combustion efficiency and B / an excess air factor and  $G_{at h}$  of gas weight of operation and  $\lambda$  ] theoretical air weight.

[0022] moreover -- specific heat at constant volume --  $C_v$  -- an ideal -- a cycle -- it can set -- a top dead center -- combustion -- order -- a pressure -- temperature -- respectively -- P -- two -- ' -- P -- three -- ' -- T -- two -- ' -- T3 -- ' -- \*\* -- carrying out -- if -- calorific value -- Q -- the following -- a formula -- (-- two --) -- giving -- having .

$$Q = G \times C_v \times (T_3' - T_2') \quad (2)$$

A formula (2) can deform as follows.

$$Q = G \times C_v \times T_2' \times (T_3'/T_2' - 1)$$

$$= G \times C_v \times T_2' \times (P_3'/P_2' - 1)$$

$$= P_2' \times V_2' \times (P_3'/P_2' - 1) / (\kappa - 1) \quad (3)$$

Volume of combustion chamber [ in / in V2' / a top dead center ] and kappa are the ratio of specific heat of gaseous mixture here. the ratio of specific heat kappa is defined by specific-heat-at-constant-pressure Cp / specific heat at constant volume Cv, and becoming about 1 law by kappa= 1.3 is experimentally checked with the actual engine.

[0023] From a formula (1) and (3), the calorific value q per unit weight is given by the following formula (4).

$$\begin{aligned} Q &= \eta_{\text{th}} \times H_u / (1 + \lambda \times G_{\text{th}}) \\ &= P_2' / G \times V_2' \times (P_3' / P_2' - 1) / (\kappa - 1) \\ &= R \times T_2' \times (P_3' / P_2' - 1) / (\kappa - 1) \\ &= R \times T_1 \times \epsilon (\kappa - 1) \times (P_3' / P_2' - 1) / (\kappa - 1) \end{aligned}$$

Here, P3'/P2' is that which requires abbreviation etc. by making it P3/P2.  $q = R \times T_1 \times \epsilon (\kappa - 1) \times (P_3 / P_2 - 1) / (\kappa - 1)$  (4)

Here, as for a gas constant and epsilon, a compression ratio and T1 are whenever [ cylinder internal temperature / at the time of compression stroke initiation ], and (P3/P2-1) R is the combustion state parameter PRX. Thus, as for the combustion state parameter PRX, it turns out that it is an index (it is proportional to calorific value q if temperature T1 is fixed) according to the calorific value q per unit weight, and is the parameter which shows a combustion condition exactly.

[0024] As mentioned above, with this operation gestalt, in front of the top dead center in a compression stroke, since the combustion condition of an engine 1 was detected, a combustion condition can be exactly grasped as the cylinder internal pressure P2 of 60 degrees with few detection pressure force values by the combustion state parameter RPX (=-1) obtained using the pressure ratio PR with the cylinder internal pressure P3 of 60 degrees (= P3/P2) behind the top dead center which can be set like an expansion line.

[0025] Moreover, T1 can be calculated whenever [ compression stroke initiation cylinder internal temperature ] by amending an intake-air temperature TA according to engine-speed NE, the amount of exhaust air reflux (the amount of EGR(s)), and the engine water temperature TW. The KNE table shown in drawing 4 (a) according to the 1 engine speed NE is more specifically searched. Compute a correction factor KNE and the KEGR table shown in this drawing (b) according to the amount of 2EGR(s) (the amount of lifts of the EGR valve 22) is searched. A correction factor KEGR is computed, a correction factor KTW is computed by searching the KTW table shown in this drawing (c) according to 3 engine water temperature TW, these correction factors are applied to the following formula (5), and T1 is computed whenever [ compression stroke initiation cylinder internal temperature ].

$$T_1 = T_A \times KNE \times KEGR \times KTW \quad (5)$$

Thus, the calorific value q by combustion of an engine 1 can be computed by the ability to apply the temperature T1 and the cylinder internal pressure detection values P2 and P3 which were computed to said formula (4).

[0026] Drawing 5 shows the average of the actual measurement of the combustion state parameter PRX when changing an engine speed NE. The alternate long and short dash line L3 of this drawing shows the property at the time of normal combustion, and a broken line L4 shows the property at the time of a flame failure. If a threshold PRXTH is set up near 1 so that clearly from this drawing, when it is PRX < PRXTH in all the range of an engine speed, it can judge with flame-failure generating. That is, by using the combustion state parameter PRX, the large range of an engine speed NE can be covered, and an exact flame-failure judging can be performed.

[0027] ECU5 constitutes a pressure ratio calculation means, a combustion condition detection means, a heating-value calculation means, and a flame-failure detection means from this operation gestalt. Moreover, the cylinder internal pressure P2 in a compression stroke is equivalent to the 1st combustion chamber internal pressure, and the cylinder internal pressure P3 which can be set like an expansion line is equivalent to the 2nd combustion chamber internal pressure.

[0028] In addition, this invention is not restricted to the operation gestalt mentioned above, and various deformation is possible for it. For example, although the combustion state parameter PRX which subtracts "1" and is obtained from pressure ratio PR=P3/P2 was used with the operation gestalt mentioned above, pressure ratio PR itself may be used as a combustion state parameter. What is necessary is just to set the predetermined pressure ratio for a flame-failure judging in that case to "2."

[0029] Moreover, although it is desirable in front of [ in 2 timing from which a top dead center takes the lead, i.e., a compression stroke, / SA ] a top dead center whenever, and to perform an expansion line to the timing of behind [ inner / SA ] a top dead center whenever (0 < SA < 90 degree) as for the sampling of cylinder internal pressure, it is also possible to use the detection pressure sampled to other timing. That is, if

the pressure value sampled, for example to the timing of in front of [ SB ] a top dead center whenever is made into P2B, pressure value P2B is convertible into the pressure value P2 of in front of [ SA ] a top dead center whenever with the following formula (6).

$$P2 = P2B \times (V2B / V2)^n \quad (6)$$

[0030] However, for the volume of combustion chamber of in front of [ SA ] a top dead center whenever, and V2B, the volume of combustion chamber of in front of [ SB ] a top dead center whenever and n are [ V2 ] a polytropic index (it is 1.3 to about 1.4). in addition, that conversion by the formula (6) are possible requires that  $P \times V^n$  should have sample timing (whenever [ SB ]) in within the limits used as about 1 law within the limits of polytropic change.

[0031] Moreover, although T1 was calculated by the formula (5), the correction factor according to an engine load (absolute pressure PBA of inhalation of air) is computed further, and you may make it ask whenever [ compression stroke initiation cylinder internal temperature ] with the operation gestalt mentioned above from that of carrying out the multiplication of this to an intake-air temperature TA with the above-mentioned correction factor KNE, KEGR, and KTW.

[0032]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, according to invention according to claim 1, the ratio of the 1st combustion chamber internal pressure in an engine's compression stroke and the 2nd [ line / expansion / inner ] combustion chamber internal pressure is computed, and an engine's combustion condition is detected by this pressure ratio. Since said pressure ratio is an index which shows the heating value generated by combustion, the combustion state parameter which shows a combustion condition based on few detection pressure force values compared with the former can be obtained.

[0033] Since the heating value generated by combustion using said pressure ratio is computed according to invention according to claim 2, an engine's combustion condition can be grasped finely. According to invention according to claim 3, an engine's flame failure is detected by comparing said pressure ratio with a predetermined pressure ratio. Since this detection is a thing based on the generating heating value by combustion, it cannot be easily influenced of change of operational status, or change of an environmental condition, and can perform exact flame-failure detection.

---

[Translation done.]

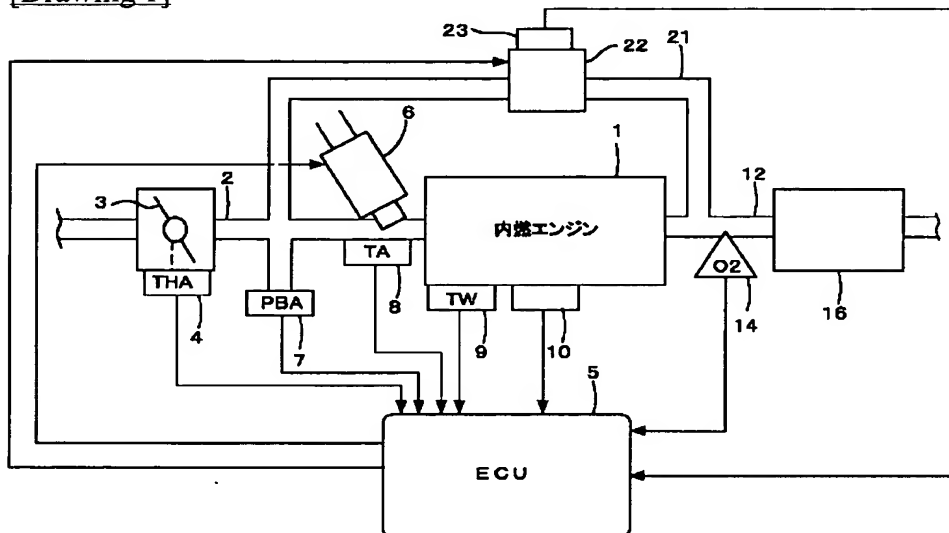
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

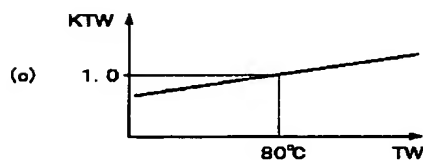
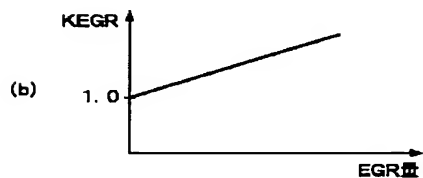
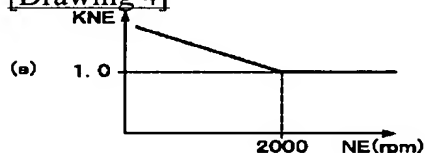
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

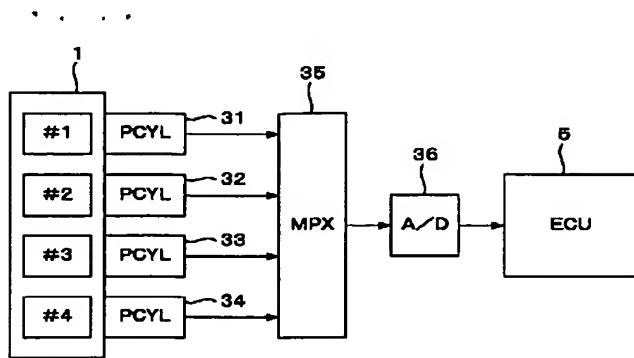
[Drawing 1]



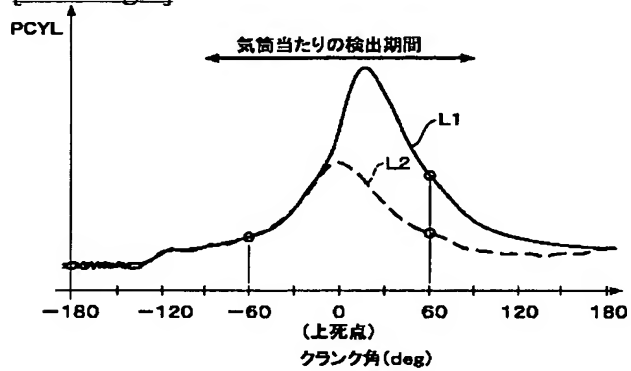
[Drawing 4]



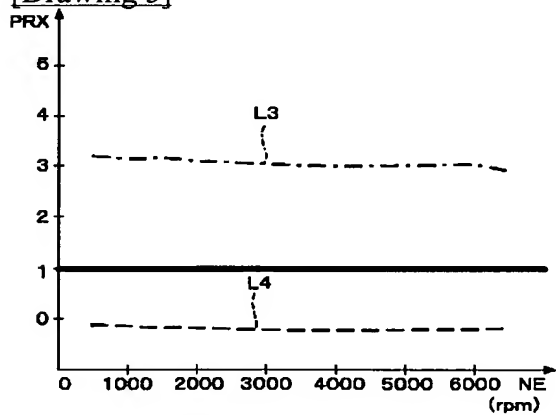
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 5]



[Translation done.]